鹦鹉螺

科学里程碑系列 01

The Emerald Planet

How Plants Changed Earth's History

植物知道地球的奥秘

[英] 戴维·比尔林（David Beerling）/ 著

韩宇 / 译

走出积满灰尘的博物馆陈列柜，
古老而神奇的植物化石，
将地球过去和未来的故事娓娓道来！

中信出版集团

版权信息

书名:植物知道地球的奥秘

作者:[英] 戴维·比尔林

译者:韩宇

出版时间：2020-01-01

ISBN:9787521712292

中信出版集团制作发行

版权所有·侵权必究

序

如果你想从不同的角度认识你身处的世界，那么这本书可以帮你做到。至少，它确实让我眼前一亮。我已经习惯了依据那些可见的宏大物理过程去思考地球是如何运作的，比如颤抖的地震、喷发的火山和移动的冰川。但是，这本书讲述的故事却围绕着一股沉默的力量展开，它塑造了我们的星球和几乎所有的生命，它藏匿于众目睽睽之下，它就是植物。

关于植物，我不知道你们有何感想，而我却一直抱着一种自相矛盾的态度。植物似乎……好吧……枯燥无味。即使我在童年时期曾把昆虫喂给捕蝇草，但植物能做的好像也只有这些了。相比之下，动物则有趣多了。就连石头也更令人印象深刻，因为它们塑造出引人入胜的自然景观。自然世界的运行处处充满着震撼与敬畏，而植物的角色却显得微不足道，直到我读了这本书，发现植物也很迷人，甚至魅力四射。

读这本书的时候，我刚刚看完系列电视纪录片《地球的力量》（*Earth: The Power of the Planet*），后者完美地呈现出陆地、海洋、冰和大气之间错综复杂的相互作用。它汇集了来自不同学科的见解，形成地球系统科学的新地质学观点，用于解释被我们称为“家园”的星球是如何形成的。如果你对行星尺度的研究感兴趣，并且回溯几十万年甚至几百万年的地球历史，你就会发现植物悄悄地走到了台前，这是这本书带给我的启示。那时，植物凭借自身的力量主宰了我们的星球，在气候、景观的变迁和动物的进化方面起到了至关重要的作用。虽然植物的力量缓慢且难以察觉，但当我们把背景切换成移动的大

陆、抬升或沉降的山脉时，便拉开了植物世界大戏的帷幕，精彩纷呈。它终将成为值得传诵的史诗，新的系列电视纪录片也就此萌芽：《如何种植一颗星球》（*How to Grow a Planet*）。

在《科学变得愚蠢》一书中有一句这样的评论："在生命的故事中，植物的历史是非常重要的篇章。但遗憾的是，它太寡淡无味了，所以我们选择略过不读。"虽然《植物知道地球的奥秘》一书以这样的幽默开篇，但戴维·比尔林的这部迷人的作品，可以让所有读者彻底抛弃这种观点。

伊恩·斯图尔特

前言

一位牧师曾经问伟大的进化生物学家霍尔丹，生物学如何评价上帝。霍尔丹风趣地答道：“我真的不能确定，不过，如果上帝存在，那他一定对甲虫情有独钟。”霍尔丹的话道出了一个事实，那就是大约40万种甲虫占已知动物物种数量的25%左右。据估计，世界上现存的有花植物的物种数量约为30万~40万，如果霍尔丹当时知道这一数字，他给出的或许就是另一种答案了。

在全球生物多样性的利害关系中，植物和甲虫紧密相连。但要说起对我们的吸引力，植物已遥遥领先，在这场人气对赌中大获全胜。几个世纪以来，我们一直在世界各地采集、分类和栽种植物。植物不仅能为我们提供生活所需的燃料、食物、庇护和药物，还能激励我们和赋予我们灵感。一年四季，我们置身于精致的花园、优雅的景观雕塑和植物园，向花草树木表达我们的敬意。

但是，我们之中有多少人曾驻足思考：植物究竟有多了不起，它们对地球生命历史的改变有多深刻，它们对于塑造地球气候有多重要？这些关于地球历史的重要信息，都被储存在植物化石中，直到现在才被揭示。这些激动人心的新发现为我们观察和思考植物提供了新视角，这就是我写作本书的目的。植物是地球的活跃组成部分，这也是本书认识到并着重强调的一个观点。在全球范围内，森林和草地操控着二氧化碳和水循环，影响着岩石侵蚀的速率，调节着大气的化学成分，以及影响着景观对阳光的吸收和反射。在本书中，我会展示这些植物活动如何在漫长的地质时期中不断累积，从而改变地球历史的

进程。不要再想着恐龙了，这是一部关于地球历史的修正主义作品，站在舞台中央的是植物。

我希望通过把植物的活动放在聚光灯下，能进一步激发读者对植物的自然兴趣，无论它们是活着的还是早已死去的。书中的每一章都会描述地球历史的一个谜题，在其中担纲主角的是植物，它们会带领我们体验一个个科学探险故事。这样的体例安排使各章节既可以独立阅读，也可以按顺序阅读。我会在每一章的开头提供一个摘要，帮助读者快速抓住该章相关谜题的本质，提前瞥见令人兴奋的科学发现。在写作这样一本科普读物的过程中，借用马克·吐温的话说，我确实从“对真相微不足道的投资中获得了猜想上的丰厚回报”。所有来源于已发表科学文献中的“真相”，都会在书后注释中一一列出。我个人的观点和猜想更具推测性，我希望大家都能清楚地了解这一点。在文字方面，我尽可能地避免使用科学术语，但我必须承认，古怪的词汇和术语是不可或缺的。当它们偶尔冒出来时，我会给出相应的定义和解释。

8年来，他不断尝试从黄瓜中提取阳光。他将黄瓜密封在小瓶子中，并用释放的阳光温暖夏天严寒的空气。

——乔纳森·斯威夫特，《格列佛游记》

人类不断冒犯我们的星球，当然，不是以乔纳森·斯威夫特在《格列佛游记》中描述的那种温和的方式。通过消耗化石燃料和破坏热带雨林，我们正在全球开展一项不受控制的实验，结果必然会改变子孙后代面临的气候条件。今天，植物和植被在全球变暖的环境大戏中扮演着重要角色，就像它们在近期和更遥远的过去所做的一样。本书聚焦于遥远的过去和几百万年来的地球历史，正如我们即将看到的那样，探索过去对我们当下面临的困境有很大的教育意义。它警示我们，地球资源缺乏妥善管理，我们应当重视并加以改进。

戴维·比尔林
2006年7月于英国谢菲尔德大学

第1章

从植物化石到地球历史

本书讲述了植物进化的故事，并阐明了植物化石在揭秘地球历史方面扮演的令人兴奋的角色。这些可能都要归功于一门振奋人心的新学科的兴起，它把植物作为生物的知识、它们的化石记录，以及它们在驱动全球环境变化中发挥的作用，史无前例地整合起来。当我们这样做的时候，就会清楚地看到植物不是“时间长河中的沉默见证者”，而是塑造我们世界的动力性要素，并受到环境的塑造。这门新学科的力量在于，它以从前不为人知的方式为植物化石赋予了生命，提供了关于地球历史的更深刻见解，并指出了未来气候变化的方向。

在生命的故事中，植物的历史是非常重要的篇章。但遗憾的是，它太寡淡无味了，所以我们选择略过不读。

——汤姆·韦勒，《科学变得愚蠢》

植物王国，最伟大的博物学家查尔斯·达尔文为之深深着迷，理查德·道金斯却对其视而不见。[注]我们的世界似乎因为它的魅力而分裂为不同的阵营。本章开头的那句引言出自美国科普作家汤姆·韦勒于1985年出版的《科学变得愚蠢》，它是一部妙趣横生又颇具挑衅意味的作品，概述了其中一个阵营对植物的态度。在他们看来，现代植物区系的出现是植物按部就班进化的产物，植物的进化轨迹对揭秘地球历史没有任何重要作用。这种观点在地球科学的教科书中被频繁地提及和强调，以致不明就里的读者把它当作公认的智慧。关于地球的第一个绿色春天——陆生植物将大地渲染成绿色——许多学术著作在描述这一决定性历史时刻时都过于吝惜笔墨。少数著作会仁慈地拿出更多篇幅——可能是一整章——描述植物在进化阶梯上的攀爬，从诞生到第一片森林的出现，再到种子植物的出现，直至地球随着有花植物的崛起而欣欣向荣。然而，只有极少数著作认识到植物在这场生命游戏中扮演的重要角色。[注]

在本书中，我认为韦勒和传统教科书的观点现在都过时了，甚至是多余的，并且具有误导性。植物化石的科学研究正在步入一个激动人心的新时代，植物进化和环境历史作为地球故事的不可分割的部分，在宏大的综述中开启了新篇章。本书讲述的就是这门新学科。在过去20年间，这种努力并未引起人们的关注，但在根深蒂固的正统观念荆棘密布、无计可施之时，它却被证明是开辟道路的强有力工具。它主张化石不是远古植物的支离破碎的残骸，被尘封在博物馆的地下室中，而是通过对它们现存对应物的科学研究，以新的方式被赋予生命的激动人心、充满活力的实体。本书不是一本教科书，也不会试图以一种大众读者易于接受的方式，极其详尽地描述植物在漫长岁月中的进化史。至于详细的地球历史，比如大陆漂移、海洋入口的打开和关闭，以及过去45亿年的气候变化，读者也不会找到经典的论述。可以肯定的是，植物进化、全球气候变化和板块构造理论都是构成这门新学科的重要元素。但关键在于，我们必须将这些传统的地质学元素

嫁接到植物上，对公认智慧和正统观点的堡垒发起正面进攻，从而深入地了解地球的历史。

深入了解地球历史的无穷魅力，就在于它已经发生了。而且，在揭秘是什么、为什么和怎么样的过程中，它为闪闪发光的智慧冒险奠定了基础。它被古老的化石和岩石记录下来，通过解码不同的语言，我们发现它们常常与塑造地球历史的进程背道而驰。用碎片化的事件记录拼凑出地球的完整历史，是一个巨大的挑战。不同于未来的科学，过去的科学给出了终极奖赏：了解事情的起因，就能更好地理解世界的运作方式。对于未来气候和生态的预测，比如高山冰川和极地冰盖的消退、森林的迁移等，其实只是一些建议，因为它们是在关键的物理和生物过程缺失的情况下做出的，而且评估它们的难度很大。注

关键问题在于，我们要认识到，了解在漫长的地质时期内环境和植物如何彼此塑造，这是一种迫切的需要。以此为前提条件，我的目的是提出两种新观点。第一，这些植物精妙地记录了地球历史的隐藏特征；第二，植物是自然界的地质作用力，足以跻身万神殿，与那些被认为在过去45亿年间铸造和重塑地球景观及气候的传统力量平起平坐。然而，我们熟悉的现代世界中的岩石，由于气候的作用而被风化，显著地支配着我们周围景观的特征，影响着土壤的形成以及农业和自然植被的性质。但反过来考虑的话，这似乎是一项不可能完成的任务。

不过，科学家想出了办法，其重要性堪比哥白尼革命。哥白尼革命发生在大约500年前，是历史上的一个影响深远的重要时刻，它将地球和其他行星恰当地放置在太阳系中，都绕日旋转。第二次“哥白尼革命”正在以一种普通数学模型的形式出现，它被隆重地命名为“地球系统”模型。注地球系统模型的复杂性差异很大，形成了动态分级，从台式电脑上只需运行数秒的模型到世界上最快的超级计算机需要花数周时间处理的最先进模型。显而易见，即使最精密的模型也不是完美

无缺的。然而，它们的价值在于，它们能够模拟我们星球上的生物和物理组分——大气、海洋和生物圈——在从几天到几百万年的巨大时间尺度上的相互作用。当把新发现的植物活动纳入这样的模型时，我们将会一睹它们塑造地球环境的能力。

在我们接受这些新想法之前，也许应该讨论一下詹姆斯·洛夫洛克及其同事提出的“盖亚假说”（Gaia hypothesis）。盖亚假说起初提到，地球环境被生物圈调控到对生命而言舒适的状态。[注]毫无意外，许多科学家对这一夸张言论表示惊诧，并对它暗含的目的论提出质疑，即生命能够有意识地操控气候去服从其集体意志，从而提升生命的数量和质量。事实上，还不到10年时间洛夫洛克便放弃了这一观念，他写道，“认识到盖亚假说是错误的，这很重要”。[注]在本书中，他的概念如凤凰浴火重生，被修正为“盖亚理论”（Gaia theory），指“主动的反馈过程自动运行，太阳能为生命提供舒适的生存条件。这些条件只在短期内保持恒定，并且会随着生物区系进化需求的变化而同步进化”。[注]这种表述再次暗含了一种令人不安的观念，即生物通过调节环境来维持对它们而言舒适的生存条件。我会在本书的几个章节里证明情况通常不是这样的，但仍有许多其他情况。[注]

问题在于，如果我们环顾四周，看到生命似乎极其适应它们所处的环境，这种简单的观察会诱使我们得出错误的结论，认为生物就是以这种方式精心安排一切的。然而，正如达尔文观察到的那样，自然选择无情地淘汰了无法适应环境的生命形式，根据这一显见的事实，上述逻辑是有缺陷的。《银河系漫游指南》的作者道格拉斯·亚当斯对盖亚假说的评论别具一格，“想象一个水洼一早醒来并思索着，‘我发现自己身处一个有趣的世界——一个有趣的洞——它真的太适合我了，不是吗？事实上，它出奇地适合我，我注定要待在这里！’”不情不愿地徘徊在污浊的比喻、真相和伪科学之间，我宁愿将盖亚假说坚定地抛在脑后。[注]

植物在地球历史的这场大戏中如何描绘一幅幅生动且具有启发性的画面，我将在随后的章节中一一展示。这场雄心勃勃的冒险，其时间跨度长达5.4亿年，在地球历史上被称为显生宙，复杂的植物和动物进化产生，它们定义了我们的现代世界。这些章节按照时间线组织在一起，从讨论最古老事件的第2章到讨论最年轻事件的第8章，一层层地揭开我们“无知的面纱”。图1–1概括地展示了各章对应的地质年代。㊟虽然我已经尽可能少地使用地质年代的名称，但这对我们熟悉不同的时代和时期还是有帮助的。

除了把植物摆在地球历史的恰当位置上之外，我写作本书的另一个目的是，通过强调塑造了科学思想的历代科学拓荒者和冒险家取得的杰出成就，将这些故事放到恰当的历史场景中去。为了实现这个目标，我尝试用小传的形式让关键人物变得鲜活起来，并偶尔概述历史性的科学进展和事件。我这样做并不是为了内容上的完整性，而是想让读者了解科学拓荒者的个性，并为他们的发现感到兴奋，这些都为特定故事的编排奠定了基础。其中一些故事可能广为人知，而其他故事则相对陌生。我们将了解到先驱化学家和物理学家的贡献，他们奠定了现代化学的基础，发现了平流层中的臭氧层，推断出大气中温室气体的存在，找到了碳的长寿命放射性同位素，发明了第一台原子对撞机——回旋加速器，迎来了核时代。与这些科学家比肩的是维多利亚时代的古怪化石猎人，他们发现的史前巨兽和早期植物的怪异残体震惊了世界；此外，还有为了拓展人类认知极限而失去生命的英勇极地探险家。

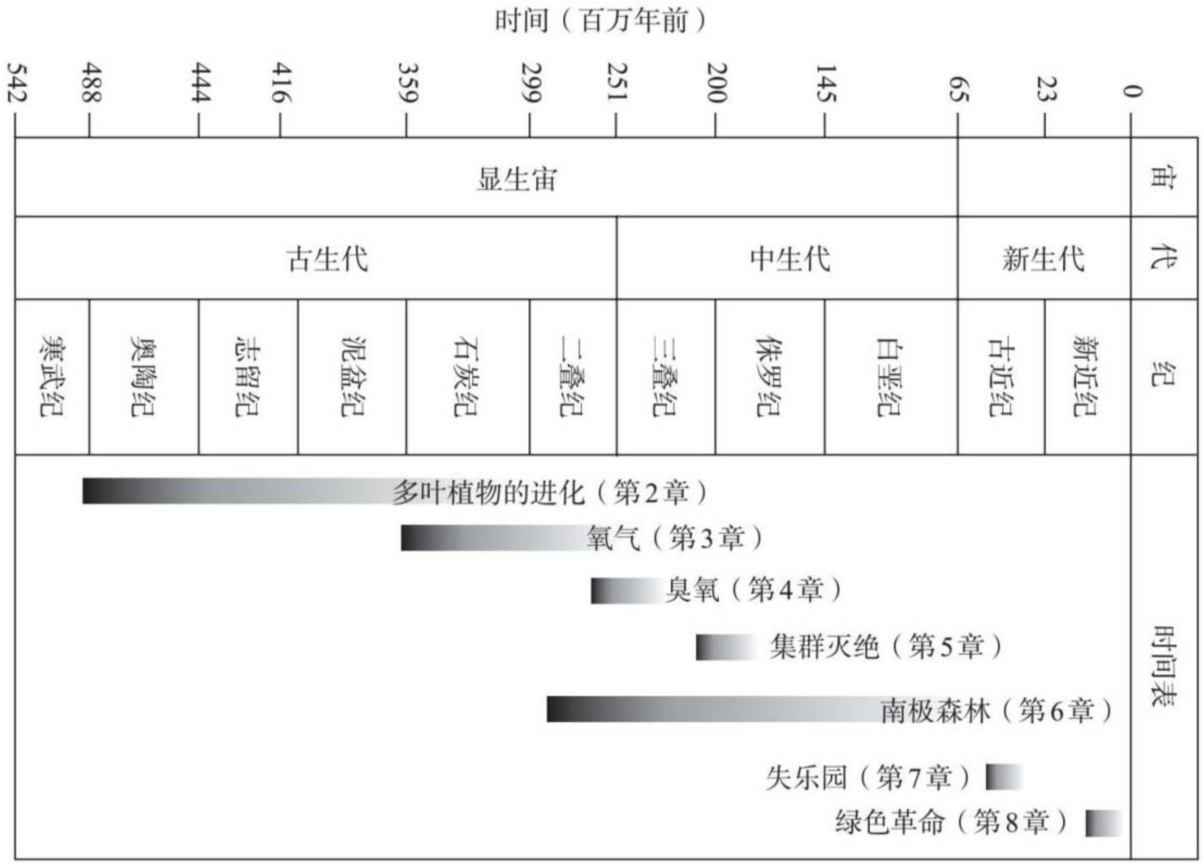

图1-1 本书各章对应的地质年代

英国数学家、物理学家、天文学家和曾经的炼金术士艾萨克·牛顿有一句名言：“如果我看得更远，那是因为我站在巨人的肩膀上。”这句话的意思经常被误解，真相是，牛顿和令人敬畏的博物学家罗伯特·胡克针锋相对多年，在被说服与他的宿敌胡克公开和解之后，牛顿说出了这句话。所以，牛顿可能是在故意挖苦胡克，因为胡克身材矮小，还有脊柱弯曲的身体缺陷，这样的形象显然和“巨人”相去甚远。注虽然如此，这句话的潜台词是，他借鉴先贤的智慧来形成自己的看法。我无意吹嘘自己比其他人看得更远或更具洞察力；我之所以将现代科学争论放在恰当的历史背景下，是为了强调科学事业的进步是前几代科学家共同努力的结果。认为“科学进步是一个渐进的过程，是旅途而不是目的地，而且对错参半”的观点，几乎成了一种陈词滥调。然

而，记录科学进步的历史性发现被频繁地从教科书中抹去，它们显然涉及某些值得赞颂的东西，比如运气、判断或独到的洞察力。

我有选择性地讲述的关于新学科的故事，可以划分为非排他性的三大类。第一类故事是，在我们逐渐意识到植物化石记录了地球历史不为人知的一面后，将其用于某些讨论（第4章和第5章）。在这个类别中我引入的一个概念是，叶片化石可用于对远古大气的二氧化碳含量进行呼吸测试。在这里，我们也将发现一个有争议性的观念，突变孢子化石突然出现在二叠纪末“集群灭绝之母”时期的岩石中，这可能是大气中的臭氧受到显著干扰的信号。第二类故事涉及本书的4个章节（第2章、第3章、第7章和第8章），揭示了植物是全球环境变化的强有力因素。这些章节描述了植物的进化和扩散如何不可阻挡地改变了大气组成，并且在某些情况下，对它们自身的生态成功、动物和地球的气候都产生了巨大的影响。第三类故事非同寻常，主要是关于特定植被类型的进化史，以及它们与环境之间的惊人相互作用（第6章和第8章）。在这些章节中，我让几位被遗忘的科学家重新登上舞台，他们是研究古植物和光合作用的英雄，其开创性的努力为我们更深入地理解数百万年前覆盖极地的森林，以及在进化历程中突然出现的现代稀树草原铺平了道路。

其中有几个章节也可以被归入另一个重要类别，即过去为气候的未来提供了经验教训（第5章、第6章和第7章）。在我们生活的时代，人类对环境的影响不断升级且越发明显。事实上，人类社会在地球环境中烙下了如此深刻的印记，以至于目前由人类主宰的地质年代被赋予了一个新名称——人类世。[注]被困在冰芯中的气泡表明，全球的二氧化碳浓度在18世纪晚期开始上升，差不多在同一时间，苏格兰发明家詹姆斯·瓦特设计出蒸汽机，这被视为人类世的开端。过去三个世纪在全球人口迅速增长的推动下，工业和农业的扩张大幅增加了温室气体的排放，特别是甲烷和二氧化碳；与此同时，热带雨林也遭到持续破坏。毋庸置疑，所有这一切的严重后果就是气候变暖。[注]究竟变暖

了多少，目前还没有定论。第5章、第6章和第7章聚焦于我们正在和全球气候系统进行的这场危险游戏，其后果可能比我们预料的更深远和令人震惊。地球历史给我们上的重要一课是，通过引发全球变暖，我们正处于将不稳定的反馈引入地球系统的危险之中，这可能会将我们推向一个加剧变暖的世界。如果略过植物作为“生命历史的重要篇章”不读，我们终将自食恶果。

---

1. Darwin wrote six books devoted to plants. In The ancestor’s tale: a pilgrimage to the dawn of time by Richard Dawkins (2004, Weidenfeld and Nicolson) plants got 11 out of 528 pages.

2. It would be churlish to list the geology textbooks that fall into this common trap, but for one that does recognize plants as an import- ant element of the Earth sciences, see Kump, L.R., Keating, J.F., Crane, R.G., and Kasting, J.F. (2003) The Earth system: an introduction to Earth system science. Prentice Hall, London.

3. These uncertainties should not in any way trivialize or detract from the serious crisis facing our planet. The issues are discussed in Williams, P.D. (2005) Modelling climate change: the role of unre- solved processes. Philosophical Transactions of the Royal Society, A363,2931–46. For a discussion of the issues about making predictions of the biosphere’s ecological future prospects, see Moorcroft, P.R. (2006) How close are we to a predictive science of the biosphere? Trends in Ecology and Evolution, 21, 400–7. The other side of the argument is that the need to make ecological science more predict- ive has seen a welcome change in emphasis from the ‘bean counting’ of traditional ecological studies to those of underlying processes and mechanisms; see Pataki, D.E., Ellsworth, D.S., Evans, R.D. et al. (2003) Tracing changes in ecosystem function under elevated carbon diox- ide concentrations. Bioscience, 53, 805–18; Schlesinger, W.H. (2006) Global change ecology. Trends in Ecology and Evolution, 21, 348–51.

4. Schellnhuber, H.J. (1999) ‘Earth system’ analysis and the second Copernican revolution. Nature, 402, C19–C23.

5. Lovelock, J.E. (1988) A biography of our living Earth. Oxford University Press.

6. Lovelock, J.E. (1995) The ages of Gaia. W.W. Norton, New York.

7. Lovelock, A biography of our living Earth (above, n.5).

8. Arguments between proponents for and against the concept of Gaia continue. For a selection of these see Vol. 52, Issue 4 (2002) of the academic journal Climate Change,

published by Springer, which car- ries papers on the special theme of the Gaia hypothesis. Further responses, and responses to responses, were published in Vol. 58, Issues 1–2 (2003) in the same journal.

9. Lovelock, J.E. (2006) The revenge of Gaia: why the Earth is fighting back –and how we can still save humanity. Allen Lane, London.

10. All dates in this book use the timescale of Gradstein, F.M., Ogg, A.J. and Smith, A.G. et al. (2004) A geologic timescale 2004. Cambridge University Press.

11. Gribbin, J. (2003) Science: a history. 1543–2001. Penguin, London.

12. Crutzen, P.J. (2002) Geology of mankind. Nature, 415, 23.

13. Houghton, J.T., Ding, Y., Griggs, D.J. et al. (2001) Climate change 2001: The scientific basis. Cambridge University Press. For a discussion of recent warming trends, see Hansen, J., Sato, M., Ruedy, R. et al. (2006) Global temperature change. Proceedings of the National Academy of Sciences, USA, 103, 14288–93.

14. Pittock, A.B. (2006) Are scientists underestimating climate change?EOS, 87, 340–1.